

Capítulo 23

Determinação de parâmetros de processo para obtenção de fruta laminada de bacuri e coco verde

João Carlos Lopes do Nascimento Junior¹; Larissa Farias Dias*²; Suely Pereira Freitas³; Rafaella de Andrade Mattietto⁴; Regina Isabel Nogueira⁵, Virgínia Martins da Matta⁶

Resumo

O uso de frutas da Amazônia no desenvolvimento de novos produtos alimentícios é uma forma de valorizar e agregar valor às matérias-primas da nossa biodiversidade. Frutas laminadas são produtos obtidos a partir de polpas de frutas concentradas e desidratadas, que podem atender à crescente demanda dos consumidores por produtos saudáveis e práticos para consumo, pois apresentam baixo conteúdo de umidade, possibilitando a sua conservação à temperatura ambiente. Neste trabalho, objetivou-se determinar condições de processo para a etapa de secagem na obtenção de uma fruta laminada de bacuri e coco verde e avaliar a qualidade do produto final obtido. O processamento constou das etapas de mistura das polpas, concentração, moldagem e desidratação em secador com convecção de ar. Para esta última etapa, foi avaliada a cinética de secagem e o produto final foi avaliado quanto a parâmetros físico-químicos e também foi determinada a isoterma de sorção em ambientes com diferentes umidades relativas. Os resultados obtidos mostraram que a secagem por convecção a 60 °C possibilitou a obtenção de um produto com 10% de umidade, atividade de água de 0,658 e baixa porosidade, como demonstrado pela isoterma de sorção, permitindo o seu armazenamento por um tempo prolongado.

Palavras-chave: Atividade de água. Secagem. Desidratação. Isoterma de sorção.

¹Graduando de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

² Mestranda em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

³ Professora Adjunta, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁴ Pesquisadora, Embrapa Amazônia Oriental

⁵ Pesquisadora, Embrapa Agroindústria de Alimentos

⁶ Pesquisadora, Embrapa Agroindústria de Alimentos

Introdução

O bacuri é uma fruta bastante popular na região amazônica, com centros de origem no Estado do Pará, onde é encontrado com formas e tamanhos variados, ocorrendo naturalmente na região desde o Marajó até o Piauí e Maranhão.

O mercado de frutas amazônicas, que já se caracterizou por ser local e restrito aos períodos de safra, tem aumentado continuamente, atingindo as diferentes regiões do país e até outros países. O bacuri é comercializado, principalmente, nas Centrais de Abastecimento e feiras livres das capitais da região produtora, porém o volume disponibilizado tem sido insuficiente para atender à demanda crescente desse mercado consumidor. O aumento da procura pela sua polpa elevou seu preço de mercado alcançando valores de comercialização superiores aos de outras frutas tropicais como, por exemplo, cupuaçu, cajá e graviola.

A agroindustrialização, por meio do desenvolvimento de novos produtos, é uma alternativa para os produtores rurais, em particular os de pequeno porte, pois permite agregar valor às frutas e aumentar a renda das famílias produtoras, além de reduzir as perdas, que pode ocorrer em função da concentração da produção durante a safra, ou por inadequação do produto para comercialização *in natura*.

Frutas laminadas são tiras flexíveis elaboradas com frutas por um processo combinado de concentração e secagem (TEIXEIRA *et al.*, 2016). São produtos de conveniência, saudáveis, e que representam uma alternativa prática ao consumo de frutas frescas. Possuem, de uma forma geral, menos do que 100 kcal por porção (HUANG, HSIEH, 2005), além de serem ricas em minerais, antioxidantes e fibras, pois todos os nutrientes se encontram concentrados. Diferentes sabores de frutas laminadas têm sido reportados na literatura, mostrando que a elaboração das mesmas pode ser uma maneira eficaz de preservar frutas (MASKAN, KAYA, MASKAN, 2002).

No processo de obtenção de frutas laminadas, a etapa da secagem precisa ser bem estabelecida, a fim de se obter um produto final com as características necessárias para sua estabilização durante o armazenamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar as condições do processo de obtenção de uma fruta laminada de bacuri e coco verde e caracterizar o produto obtido.

Material e métodos

As matérias-primas utilizadas foram a polpa comercial congelada de bacuri, adquirida no mercado de Belém, PA, e transportada congelada até o Rio de Janeiro, e a polpa de coco verde obtida

por extração manual dos cocos, após a retirada da água, na Planta Piloto de Operações Unitárias da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Procedimento experimental

Inicialmente, as matérias-primas foram caracterizadas determinando-se o pH por potenciometria; acidez titulável por titulação da amostra diluída contra um padrão de NaOH 0,1 M, sendo o resultado expresso em equivalente de ácido cítrico; e o teor de sólidos solúveis por medição direta em refratômetro de bancada e expresso em °Brix, conforme AOAC (2005).

O processo de obtenção da fruta laminada incluiu as seguintes etapas: mistura e uniformização das matérias-primas, polpas de bacuri (60%) e de coco verde (40%) em liquidificador industrial; remoção parcial da água por meio de concentração da mistura por aquecimento até aproximadamente 22 °Brix; moldagem em bandejas em camadas finas; acondicionamento do produto em secador por convecção de ar; e desidratação a 60 °C por 14 horas.

O tempo de secagem da formulação, concentrada e moldada em camada fina, foi determinado por meio da avaliação cinética de secagem, que consistiu no acompanhamento da perda de umidade, em secador com convecção de ar quente pré-aquecido a 60 °C. Durante a secagem, a massa das amostras, a temperatura e a umidade relativa no interior da estufa foram registradas em intervalos de uma hora. Os dados obtidos foram ajustados ao modelo de difusão de acordo com a segunda lei de Fick, para determinar o coeficiente de difusão da água do interior para a superfície das amostras, com auxílio do programa Statistica (v. 13.0).

Para avaliação do produto final foram determinadas a umidade por gravimetria (AOAC, 2005), atividade de água por leitura direta em equipamento Aqualab e a isoterma de sorção, também por método gravimétrico (RAHMAN, 2009).

Resultados e discussão

As características das matérias-primas estão apresentadas na Tabela 1, onde se pode observar, como esperado, a baixa acidez da polpa de coco verde que, entretanto, é equilibrada com a maior acidez do bacuri. Os teores de sólidos solúveis das duas polpas estão próximos aos reportados na literatura, de 7,5 °Brix para a polpa de coco verde (TEIXEIRA *et al.*, 2019) e de 10,2 °Brix (CARVALHO *et al.*, 2002) a 14,4 °Brix (SILVA *et al.*, 2010) para a polpa de bacuri, evidenciando

diferenças naturalmente verificadas na composição das frutas, particularmente quando provenientes de diferentes regiões, como as reportadas, respectivamente, do Pará e do Maranhão.

Na Figura 1 ilustra-se a perda de massa em função do tempo durante a secagem da fruta laminada, a uma temperatura média de $60,10 \pm 1,69$ °C e umidade relativa de $25,64 \pm 2,98\%$. A finalização do processo é visualizada pela diminuição da perda de água com o tempo, que foi cerca de 70% da massa inicial.

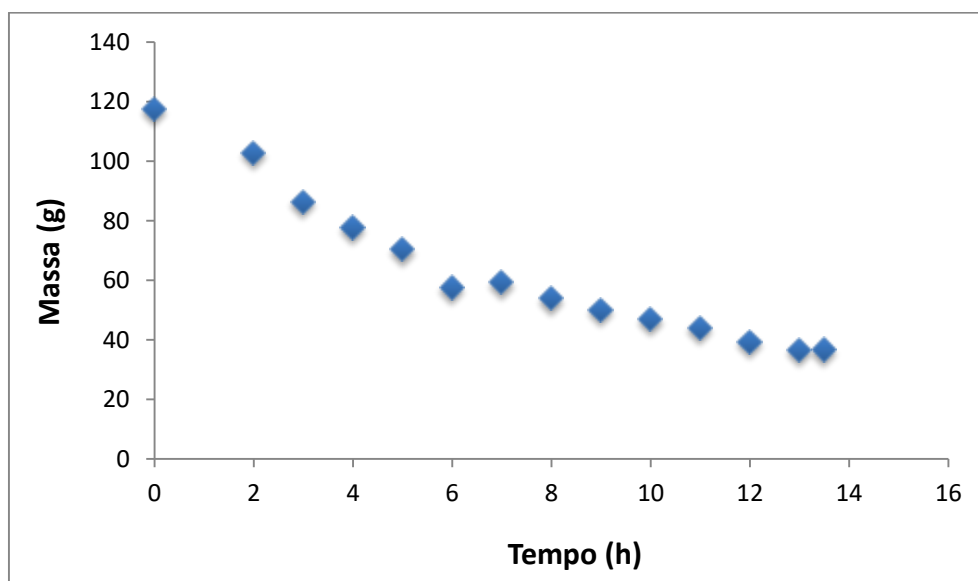
Tabela 1 - Valores* de pH, acidez e sólidos solúveis das polpas de bacuri e de coco verde.

Polpa	Parâmetros		
	pH	Acidez (g/100 g ácido cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)
Bacuri	$3,32 \pm 0,01$	$0,73 \pm 0,00$	$11,4 \pm 0,1$
Coco verde	$6,52 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,00$	$8,1 \pm 0,1$

Fontes: Dados dos autores, 2018;

Nota: *Média de triplicata

Figura 1 – Cinética de secagem da fruta laminada de bacuri e coco verde



O modelo proposto pela Lei de Fick (Eq. 1) se mostrou adequado para o ajuste dos dados experimentais obtidos durante a secagem da fruta laminada. Neste caso, foi determinado o parâmetro do modelo ($K \cong 0,1536$) o que permitiu estimar com significância estatística ($p < 0,05$) o coeficiente de difusão de umidade nas amostras.

$$X_{eq} = \frac{8}{\pi^2} * \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} * \exp [-(2i + 1)^2 * (K * t)] \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

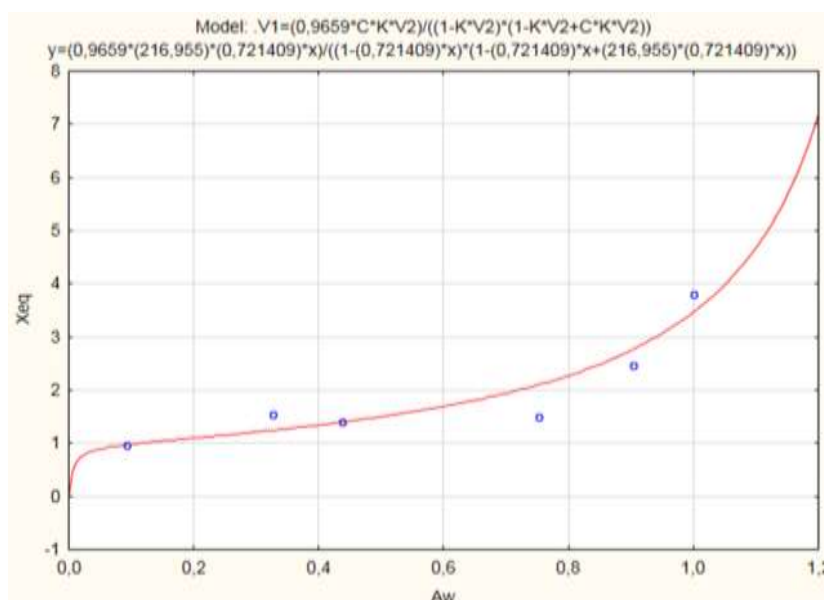
$$K = \frac{\pi^2 D_{ef}}{4 * L^2}, \quad (\text{Eq. 2})$$

L é metade da espessura da fruta laminada

D_{ef} é o coeficiente de difusão da amostra, avaliado em $1,40 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

A fruta laminada apresentou 10% de umidade e atividade de água de 0,658, considerada segura (0,60 a 0,84), por não permitir o crescimento de bactérias patogênicas. Na Figura 2 está apresentada a isoterma de sorção da fruta laminada de bacuri e coco verde.

Figura 2 - Isoterma de Sorção da fruta laminada de bacuri e coco verde



A isoterma de sorção da fruta laminada da mistura de bacuri e coco verde foi melhor ajustada pelo modelo de GAB, obtendo-se os parâmetros $C = 216,95$; $K = 0,7214$ e $X_m = 0,9659$, indicando que a isoterma de sorção é do tipo II, de acordo com a classificação da IUPAC (1985). Neste modelo, X_m representa o conteúdo de umidade da monocamada, isto é, a quantidade de água que está fortemente adsorvida na superfície do produto, importante para determinação do armazenamento por longos períodos, C é uma função de interação dos sítios ativos do produto e as moléculas de água, enquanto K representa o fator de correção das propriedades da molécula na multicamada com relação ao volume de líquido (ALEXANDRE *et al.*, 2007).

Blahovec (2004) avaliou que para isotermas tipo II os valores do parâmetro K devem ser inferiores a 1, enquanto que do parâmetro C , superiores a 2. No estudo de isotermas de polpa de

manga, Paglarini (2013) encontrou isotermas do tipo II, com parâmetro $C = 267,4$ e $K = 0,910$, com $X_m = 0,076$.

O tipo de isoterma obtido para a fruta laminada é um dos mais encontrados em medidas de adsorção, por ocorrer em sistemas não porosos ou com poros no intervalo de mesoporos (2 nm a 50 nm) ou macroporos (50 nm a 7500 nm). Nesse tipo de isoterma, o ponto de inflexão corresponde à formação da primeira camada adsorvida, recobrando toda a superfície do material.

Conclusões

Nas condições operacionais selecionadas para a secagem da fruta laminada de bacuri e coco verde atingiu-se uma umidade de equilíbrio de cerca de 10% e atividade de água de 0,658, resultando em uma condição que favorece o armazenamento do produto. Além disso, pelo modelo obtido para a isoterma de sorção, a fruta laminada se caracteriza como um produto de baixa porosidade, podendo ser armazenada por longos períodos. A fruta laminada obtida tem um potencial de mercado promissor por se tratar de um produto de conveniência saudável, elaborado com frutas tropicais e sem açúcar adicionado.

Referências

- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2007.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2005.
- BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v.65, p.489-495, 2004.
- CARVALHO, J.E.U.; ALVES, S.M.; NASCIMENTO, W.M.O.; MULLER, C.H. Características físicas e químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sem sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p. 573-575, 2002.
- HUANG, X.; HSIEH, F.H. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 3, p. 177 – 186, 2005.
- IUPAC. Nomenclature of inorganic chemistry. IUPAC Recommendations 2005. Norfolk, United Kingdom, 2005.
- MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). **Journal of Food Engineering**, v. 54, n. 1, p.81 – 88, 2002.
- PAGLARINI, C.S.; SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. Histerese das isotermas de sorção da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) variedade manteiga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 299-305, 2013.
- RAHMAN, S. **Food Properties Handbook**. 2 ed. Ed.Nova York: CRC Press, 2009.

SILVA, V.K.L.; FIGUEIREDO, R.W.; BRITO, E.S., MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; FIGUEIREDO, E.A.T. Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) congelada por 12 meses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1293-1300, 2010.

TEIXEIRA, N.S.; TORREZAN, R.; FREITAS-SÁ, D.G.C.; PONTES, S.M.; RIBEIRO, L.O.; CABRAL, L.M.C.; MATTA, V.M. Development of a fruit smoothie with solid albumen of green coconut. **Ciência Rural**, v.49, n.1, p. 1-8, 2019.

TEIXEIRA, N.S.; FREITAS-SÁ, D.G.C.; NOGUEIRA, R.I.; SILVA, J.P.L.; TORREZAN, R.; MATTA, V.M. Avaliação sensorial de fruta laminada mista de umbu e manga. *In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2016, Gramado. Anais [...].* Gramado: FAURGS, 2016.